ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er OCTOBRE 1928.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE HAMY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Après le dépouillement de la Correspondance, M. le **Président** annonce, dans les termes suivants, la mort de M. *Pierre Puiseux*, membre de l'Académie :

De nouveau notre Compagnie est douloureusement émue par la mort d'un Confrère. **Pierre Puiseux**, membre de la Section d'Astronomie depuis 1912, s'est éteint à Frontenay (Jura), dans une propriété de famille, vendredi dernier, à l'âge de 73 ans.

En lui, l'Académie perd un de ses membres les plus assidus aux séances et l'Astronomie un de ses adeptes qui l'a longuement, vaillamment, brillamment et passionnément servie, jusqu'au jour où ses forces, trahissant sa volonté, le mirent en demeure d'abandonner la lutte menée, pour dissiper les ténèbres qui nous cachent les secrets de l'Univers, et de remettre les armes en des mains plus jeunes.

Ancien élève de l'École Normale supérieure, Puiseux entra à l'Observatoire de Paris, en 1879, et y fit une laborieuse et brillante carrière, assumant parallèlement la charge de maître de conférences, puis celle d'un cours de physique céleste à la Sorbonne. Entre temps, il prit part à plusieurs missions scientifiques à l'étranger, pour le compte de l'Académie et du Bureau des longitudes.

Le premier travail de notre Confrère se rapporte à l'un des points épineux de la mécanique céleste, concernant l'accélération séculaire du moyen mouvement de la Lune. S'inspirant d'une méthode indiquée par Poisson, il donna une limite supérieure de la valeur de cette accélération, considérée

comme engendrée par l'action des forces newtoniennes. Son résultat, confirmé ultérieurement par les calculs de Newcomb, de Brown et de Stockwell, donna plus de force à l'opinion de Delaunay qui attribuait ce phénomène à une cause physique, telle que le frottement des marées, capable de déterminer un allongement progressif du jour sidéral.

A l'observatoire, Puiseux passa successivement dans tous les services, après avoir participé aux observations méridiennes, particulièrement à celles qui ont pour objet de déterminer les positions des petites planètes.

Sa collaboration avec Lœwy, que la mort seule de ce grand astronome a pu faire cesser, se montra particulièrement féconde. Après avoir triomphé des difficultés que comporte la rectification de l'équatorial coudé, il fit usage de cet instrument, pour étudier l'aberration par la méthode nouvelle, préconisée par son maître, quelque temps auparavant, et dont le point essentiel consiste à faire intervenir la mesure des variations de distance, au foyer d'une lunette, à six mois d'intervalle, de deux étoiles inégalement affectées par l'aberration et rendues visibles simultanément, dans le champ, par l'intermédiaire d'un double miroir, d'angle invariable, disposé devant l'objectif.

Mais l'œuvre capitale à laquelle le nom de notre Confrère restera attaché est celle de la carte de la Lune. Grâce à des efforts ininterrompus, pour améliorer sans cesse la technique photographique, grâce aussi à un moyen particulier d'entraînement de la plaque sensible, les clichés magnifiques, obtenus au foyer du grand équatorial coudé, ont acquis un degré de perfection tel que la surface visible de notre satellite est aujourd'hui mieux connue que celle du globe où nous vivons. La carte comprend 71 grandes feuilles à l'échelle de 2^m à 3^m, pour le diamètre lunaire, et quelques autres, de dimensions différentes, la plupart tirées par agrandissement d'originaux choisis dans une collection de 6000 clichés. L'examen critique des épreuves a fourni à Puiseux la matière de 12 mémoires formant, dans leur ensemble, une histoire très documentée des déformations de notre satellite et de son volcanisme.

Il apparaît que l'atmosphère de l'astre, à l'origine très peu dense, s'est résorbée peu à peu, laissant la surface soumise à un refroidissement rapide. Ce refroidissement et la réaction des fluides, emprisonnés dans la croûte superficielle, lui suffisent pour expliquer la formation des mers et des cirques, sans intervention d'action extérieure. Quant à la cause principale de la différence de structure qui se manifeste entre les montagnes lunaire et terrestre, il la trouve dans la tendance au plissement de l'écorce qui a dominé

sur la Terre, tandis que sur la Lune c'est la tendance à l'étirement qui a prévalu, en raison du refroidissement.

Notre Confrère a beaucoup écrit. Nos *Comptes rendus* possèdent de lui des contributions nombreuses. Ses publications, en dehors de son œuvre principale, se rapportent aux planètes, à la libration de la Lune et aux sujets les plus variés, tels que la classification des étoiles variables d'après leurs courbes de lumière, la place du Soleil parmi les étoiles de la Voie lactée, les courants stellaires, la périodicité des phénomènes solaires, etc.

Fils de Victor Puiseux, dont le nom brillera éternellement dans l'histoire des progrès de l'Analyse mathématique, notre Confrère, associé de bonne heure aux randonnées de son père, en haute montagne, fut attiré irrésistiblement par l'alpinisme. Ses luttes, avec les cîmes les plus difficiles, lui avaient procuré une santé robuste, dans sa jeunesse. Terrassé peu à peu par la maladie, en proie à des souffrances ininterrompues, il était arrivé, dans ces dernières années, à un état de débilité extrême et avait dû renoncer depuis longtemps à la pratique du sport si noble qui exalte les aspirations morales de l'homme et développe ses qualités d'énergie, de décision et d'endurance, d'une façon sans égale. Mais il aimait à se faire transporter, pendant la belle saison, à proximité des pics dont la vue lui faisait revivre les belles heures d'autrefois et lui rappelaient ses prouesses passées. Les infirmités avaient d'ailleurs respecté ses facultés intellectuelles; sa pensée était restée bien vivante. Lorsqu'il lui arrivait d'émettre une opinion, dans nos Comités secrets et les Commissions dont il faisait partie, sa parole claire et limpide coulait sans effort, accusant un jugement ferme et droit, comme par le passé.

D'une bonté et d'une affabilité inaltérables à l'égard de tous ceux qui l'entouraient, notre Confrère n'a connu que des amis, pleins d'admiration pour l'élévation de son caractère. Le culte désintéressé de la science, la passion de la montagne, les joies de la famille étaient dominés chez lui par la préoccupation incessante de se rapprocher de la perfection morale. Aussi la dignité de son existence a-t-elle été incomparable. Il laisse de nobles exemples à sa nombreuse famille, à laquelle j'exprime, au nom de l'Académie, les regrets unanimes que sa disparition soulève chez ses Confrères.

Je lève la séance en signe de deuil.

ASTRONOMIE. — *Les coordonnées de l'Observatoire de la rue de Paradis.* Note (1) de M. G. BIGOURDAN.

Delambre avait rattaché géodésiquement son observatoire (O_p, axe du toit tournant) à la Méridienne et à la Perpendiculaire par le triangle secondaire :

Panthéon (P_a) — *Pyram. de Montm.* (P_m) — *Obs. de la rue de Paradis* (O_p),

dont il avait mesuré ou fait mesurer par Bellet les trois angles (*Base*, I_2, p. 108, 111, 113, 544). Et d'autre part il avait mesuré ou fait mesurer aussi par Bellet les trois angles du triangle suivant (*Base*, II, 345, 415) :

Panthéon (P_a) — *Obs. Impérial* (O_i) — *Pyramide de Montm.* (P_m)

et il conclut pour les distances des méridiens et des parallèles :

Dist. P_a à la méridienne et à la perpend.	de l'Obs^{re} (O_i).	$361^T,80$	et $560^T,99$	ou $35'',38$
Dist. Obs. rue Par. (O_p) » »	du Panth. (P_a).	431,44	771,70	48,67
» »	de l'Obs. (O_i).	793,24(2)	1332,69	1.24,05

Rapporté à la méridienne de l'Observatoire et à sa face méridionale ($\varphi = 48°50'11'',00$) on trouve donc finalement, pour l'Observatoire de la rue de Paradis,

Long. Est $1'15'',90$... $= 0^h0^m5^s,063$. Latitude..... $+48°52'35'',06$

Notes diverses.

Les registres de Delambre mentionnent aussi les événements marquants de l'époque, publics ou privés ; reproduisons, entre autres, les Notes suivantes :

1790 juillet ☿ 14. — Jour de la Fédération à Paris, au Champ-de-Mars. Environ 5' avant midi j'ai entendu la décharge des canons ; à midi je n'entends plus rien. Il a plu dans la matinée par intervalles et assez fort, surtout vers $11^h 50'$.

1790 octobre 9, ♃ matin. — Je pars pour Amiens, ma patrie, où je n'ai point été depuis 8 ans.

---

(1) Séance du 20 août 1928.

(2) Il est à noter que ces nombres ne s'accordent pas avec ceux que Delambre donne dans *Base du système métrique*, III, 266.

1790 octobre 28, ♃. — J'ai été à Arras, j'en suis revenu à Amiens le ☉ 31.

» nov. 15 ☾. — Je suis parti d'Amiens et je suis arrivé à Paris le ♂ 16 au matin.

1791 juillet 11, ☾. — Translation de Voltaire; pluie.

1792 février 15, ☿. — J'ai été nommé à l'Académie des Sciences à l'unanimité.

» » 22 ☿. — J'ai été pour la première fois à l'Académie comme académicien.

Donnons enfin le texte d'un billet autographe de Laplace sur lequel Delambre a fait dans la suite des développements trigonométriques :

Le 5 juillet 1789 — Je suis bien sensible, Monsieur, à la bonté que vous avez eue de m'envoyer le résultat de vos calculs sur la nouvelle planète (1). Je vois avec peine que l'observation de Mayer ne peut pas s'accorder (?) bien avec les observations modernes qui paroissent s'accorder très bien entre elles et avec l'observation de Flamsteed; mais si cela ne se peut, il faudra bien enfin reconnoître quelque erreur dans l'observation de Mayer et il me paroît que l'on doit avoir bien plus de confiance à un ensemble de 90 excellentes observations qu'à une observation isolée dont on ne connoist pas les détails et qui n'a point été répétée. Mes formules pour calculer les variations des étoiles en déclinaison et en ascension droite sont un peu différentes des vostres. Je suis parti d'une diminution séculaire de 50″ dans l'obliquité de l'écliptique et j'ai trouvé

Variation annuelle en déclinaison $= 50'', 4349 \, sin \, 23^\circ 28' \, cos$ ascen. droite,

Variation annuelle en ascension droite

$= 50'', 4349 \, cos \, 23^\circ 28' + sin \, 23^\circ 28' \, sin$ asc. dr. *tang* décl. $- 0'', 2016$

Au reste cela suppose le mouvement annuel des équinoxes de 50″,25 et cela auroist besoin d'être discuté de nouveau car il me paroist que dans la comparaison du catalogue de Flamsteed avec les catalogues modernes on n'a point eu égard à l'aberration et à la nutation.

Ayez la bonté, Monsieur et cher abbé, de présenter mon respect à vos dames, et me rappeler au souvenir de Messieurs Dassi et Le Long (2); et croyez-moi avec les sentimens de l'estime et de l'attachement le plus sincère.

Votre très humble et très obéissant serviteur,

LAPLACE.

Je vais dîner aujourd'hui chez M. le premier président (3) à qui je donnerai un exemplaire de vos tables; je vous en préviens, afin de vous dispenser de lui en donner un; et pour que cela le dispose bien pour vous je présenterai l'exemplaire de votre part.

Je compte aller dîner demain à [?]. Aurai-je le plaisir de vous y voir ainsi que M. Le Long.

---

(1) Il s'agit évidemment d'Uranus, découvert le 13 mars 1781 (G. B.).

(2) De Saron (G. B.).

(3) Les Lelong étaient probablement des très proches parents des Dassy (G. B.).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les conditions de formation de la cémentite.* Note de MM. **G. Charpy** et **P. Pingault**.

Dans des Notes antérieures, l'un de nous a indiqué : 1° que la carburation du fer par divers composés carbonés à des températures de 600° à 650° le transformait intégralement en carbure de fer ou cémentite, Fe^3C, quand le métal était pris sous forme de limaille et l'action carburante suffisamment prolongée; 2° que sur des pièces massives il se formait dans les mêmes conditions une couche superficielle de cémentite pure, séparée du métal initial par une zone de transition de très faible épaisseur; et il a proposé pour cette dernière opération le nom de *carburisation*, pour la distinguer de la cémentation ordinaire dans laquelle la teneur en carbone augmente progressivement à partir de la surface.

Nous avons repris l'étude de cette réaction en vue d'en préciser certaines particularités, et notamment de déterminer les limites de température dans lesquelles il faut se maintenir pour éviter la décomposition de la cémentite avec formation de graphite.

Dans les premiers essais, il avait semblé, d'après quelques observations isolées, que la cémentite pouvait se décomposer aux environs de 700°; ce résultat n'aurait rien d'extraordinaire, puisque la cémentite est instable aux basses températures, mais il paraît en contradiction avec le fait que dans les fontes blanches pures, et ne contenant, en particulier, que très peu de silicium, la séparation du graphite à partir de la cémentite est très difficile à amorcer et ne se produit certainement pas, d'une façon normale, à des températures de 700° à 900° et même 1000°.

Nous avons opéré d'abord sur du fer pur, obtenu par électrolyse et soigneusement débarrassé de l'hydrogène occlus, qui a été chauffé à différentes températures, sous forme de limaille, au contact de cyanures alcalins ou de carbures d'hydrogène. Pour suivre le développement de la réaction, nous avons contrôlé les résultats de l'analyse chimique par l'étude des variations de propriétés physiques. La densité et les propriétés magnétiques, qui varient notablement par la carburation, se prêtent facilement aux mesures, sans altérer le produit en expérience.

La densité de la limaille diminue graduellement à mesure que celle-ci absorbe du carbone et se fixe à une limite de 7,40 (à 0°). Cette valeur est supérieure à celle qui a été indiquée par Moissan pour de la cémentite

extraite de fonte blanche par attaque au moyen d'acides faibles; il est vrai que les causes d'erreur agissent en sens inverse dans les deux cas.

Pour le magnétisme, nous nous sommes bornés à employer une méthode de pesée, analogue à celle qui a été utilisée par M. Guillaume dans ses recherches sur les aciers au nickel. Dans les conditions où nous opérions, un électro-aimant produisait sur 1^g de limaille de fer enfermé dans un tube de silice une attraction égale à environ 7^g, qui diminuait graduellement par la carburation pour se fixer à près de 4^g. Les mesures pouvaient être faites à $0^g,1$ près sans difficulté.

Après transformation complète indiquée par la constance de la densité et des propriétés magnétiques, la limaille contenait 6,75 pour 100 de carbone total, était devenue assez dure pour rayer le verre, et se dissolvait intégralement dans l'acide azotique sans laisser aucune trace de carbone insoluble.

On a alors soumis ce produit à des chauffages dans le vide à des températures graduellement croissantes, et constaté que les propriétés indiquées ci-dessus ne subissaient aucune modification, même après que le chauffage eût été poussé à 1000° pendant 10 heures. On peut donc admettre que la cémentite ne subit pas de décomposition par chauffage jusqu'à 1000°, aussi bien à l'état libre que lorsqu'elle forme avec un excès de fer une fonte blanche pure. Quand on suit la vitesse d'échauffement, on ne remarque d'ailleurs aucun point critique; les faibles absorptions de chaleur, qui avaient été observées sur certains échantillons aux environs de 700°, paraissent attribuables à ce que la carburation n'avait pas été complète et laissait inaltérées de petites quantités de fer. Quant à la séparation de graphite signalée antérieurement dans certaines cémentations prolongées faites soit avec l'oxyde de carbone, soit avec des céments pouvant dégager de l'oxyde de carbone, nous pensons qu'elle peut être attribuée à ce que, dans certaines conditions que définit le diagramme bien connu établi par G. Chaudron, il peut se produire une oxydation, portant sur le fer plutôt que sur le carbone et par suite, séparation de ce dernier et amorçage de la décomposition de la cémentite. En opérant avec des céments non oxygénés on peut prolonger la cémentation sans arriver à la séparation de graphite.

Nous avons pu vérifier ce résultat, en opérant, de préférence, sur des fils de fer de quelques dixièmes de millimètre de diamètre suspendus dans le cément. Ces fils ont été transformés intégralement en cémentite après chauffage à 850° dans le cyanure de potassium, malgré la décomposition assez rapide que subit le sel à cette température, et aussi après chauffage à 900° dans le formène. Dans les deux cas le produit ne contient aucune trace de graphite.

Enfin, nous avons pu examiner des échantillons plus massifs, notamment les tubes en fer, de 1^{mm} d'épaisseur environ, servant à protéger les couples thermo-électriques au cours des cémentations. Le métal de plusieurs de ces tubes a été trouvé intégralement transformé en cémentite; nous avons vérifié que, après chauffage à 900° et refroidissement lent, des fragments de ces tubes rayent le verre et se dissolvent entièrement dans l'acide azotique sans laisser trace de graphite.

En résumé, il semble donc que la carburation du fer solide tend à former de la cémentite, tout au moins jusqu'à 1000°. La répartition du carbone à partir de la surface d'un fragment de métal, lorsque la carburation n'est pas poussée jusqu'à la limite, serait donc déterminée uniquement par les vitesses de dissolution et de diffusion de la cémentite dans le fer solide.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Sur la production de la force motrice par la vapeur évoluant entre deux masses d'eau*. Note de M. **Georges Claude**.

Les expériences faites à Ougrée pour l'application du système Boucherot-Claude, dont j'ai rendu compte à l'Académie ([1]), ont montré la possibilité d'utiliser de faibles différences de températures entre deux masses d'eau pour la production de la force motrice à l'aide de la vapeur.

Le succès de ces essais m'a enlevé une crainte qu'une particularité intéressante de cette question m'avait fait concevoir.

Alors que l'énergie mécanique que peut fournir la vapeur évoluant entre deux températures données est en gros proportionnelle à l'écart de ces températures, c'est peut-être en effet une chose digne d'être signalée que, dans le cas de deux masses d'eau à utiliser suivant notre processus, l'énergie mécanique qu'on en peut obtenir dépend, *grosso modo*, du *carré* de l'écart.

En effet, l'écart de températures est ici divisé en deux parts : l'une doit être sacrifiée dans le refroidissement de l'eau chaude pour produire à ses propres dépens la vapeur motrice, et dans le réchauffement (supposé égal) de l'eau de condensation, et c'est seulement la partie restante qui a la signification de l'écart de températures habituellement visé dans l'utilisation de la vapeur. Pour rendre maximum l'énergie utilisable, ces deux fractions de l'écart doivent être égales, mais des considérations pratiques peuvent inciter à s'éloigner de cette condition et à consacrer à la vaporisation et à la condensation moins de moitié de l'écart total.

([1]) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1491.

Quelle que soit la répartition adoptée, d'ailleurs, conservons-la pour un écart de températures plus grand, disons par exemple 3 fois plus grand. Chacune des deux fractions de l'écart triplant, on triple à la fois le poids de vapeur produit par unité de poids d'eau et l'énergie mécanique produite par unité de poids de vapeur, c'est-à-dire qu'on multiplie bien par 3^2 l'énergie fournie (¹).

Ainsi, l'énergie utilisable décroît très vite quand l'écart diminue, et si ceux qui ont mis en doute le bien-fondé de nos propositions avaient noté cette particularité, il est probable que la sévérité de leurs observations s'en fût encore accrue.

Or, on l'a vu, malgré tout, et en dépit de la complication supplémentaire des gaz dissous, les turbines à vapeur s'adaptent si bien, selon nos espérances, aux conditions précaires ainsi réalisées, que les masses d'eau inépuisables de la mer tropicale seront susceptibles d'une excellente utilisation.

On voit inversement l'intérêt d'une augmentation même faible de l'écart de températures à utiliser, et il y aura peut-être des cas où il sera intéressant d'augmenter la température des eaux marines superficielles en diminuant localement les deux facteurs qui contribuent le plus à la limiter, c'est-à-dire l'évaporation superficielle et le rayonnement nocturne.

L'Académie me permettra d'ajouter qu'encouragé par l'excellent accueil réservé à nos idées par les autorités et les notabilités de Cuba, je me propose d'y repartir prochainement. J'ai l'intention d'y procéder, avec le concours de M. Idrac, que MM. les Ministres de la Guerre, des Travaux publics et de l'Air ont bien voulu mettre à ma disposition, aux sondages et aux mesures de températures et de courants sous-marins préliminaires au transport à la Havane de l'installation d'Ougrée et de son alimentation en eau sous-marine froide à l'aide d'une canalisation *ad hoc*. J'espère que cette installation sera l'œuvre de l'année prochaine. Nous aurons alors complété au point de vue des difficultés du travail à la mer, la démonstration faite à Ougrée au point de vue thermodynamique et nous pourrons sans doute dès lors passer aux réalisations industrielles.

(¹) Ce raisonnement, valable pour une seule utilisation des deux masses d'eau, le resterait pour une série d'utilisations successives de ces masses à températures décroissantes.

CORRESPONDANCE.

ALGÈBRE. — *Sur la croissance des polynomes.*
Note de M. **Serge Bernstein**, présentée par M. J. Hadamard.

1. Soit $f(x)$ un polynome monotone de degré n dans l'intervalle $(0, l)$ et tel que $f(0)=0$, $f(l)=1$; alors, pour $\alpha < 1$, la plus petite valeur possible de $f(\alpha l)$ est asymptotique à

$$(1) \qquad m_\alpha = \frac{4n\pi\sqrt{1-\alpha}}{\left(1-\frac{\alpha}{2}+\sqrt{1-\alpha}\right)^{n+1}}\left(\frac{\alpha}{2}\right)^n.$$

Il en résulte aussi que la plus grande valeur possible de $f(\alpha l)$ est asymptotique à

$$(2) \qquad M_\alpha = 1 - \frac{8n\pi\sqrt{\alpha}}{(1+\sqrt{\alpha})^2}\left(\frac{1-\sqrt{\alpha}}{1+\sqrt{\alpha}}\right)^n.$$

Ainsi, par exemple, pour $\alpha = \frac{1}{2}$, on a les inégalités asymptotiques

$$\frac{8n\pi\sqrt{2}}{(3+2\sqrt{2})^{n+1}} \leq f\left(\frac{l}{2}\right) \leq 1 - \frac{8n\pi\sqrt{2}}{(3+2\sqrt{2})^{n+1}}.$$

2. Dans les formules asymptotiques indiquées, α est supposé fixe ; cependant la formule (1) subsiste, si l'on pose $1-\alpha = \frac{A^2}{n^2}$, en faisant croître A indéfiniment d'une façon quelconque $\left(\frac{A}{n}\text{ tendant naturellement vers zéro}\right)$; on trouve une nouvelle formule asymptotique pour le minimum de $f(\alpha l)$,

$$(3) \qquad m_\alpha = 8\pi A e^{-2A}.$$

La formule (3) conduit, en particulier, à la conséquence suivante :

Soit $f(x)$ un polynome de degré n très élevé tel que $f(-1)=f(1)=0$, possédant un maximum unique à l'origine $f(0)=1$; dans ces conditions, la valeur asymptotique de la plus petite valeur possible de $f(\beta)$, où $\beta = \frac{B}{n}$ tend vers zéro, est égale à $4\pi B e^{-B}$, de sorte qu'elle ne peut tendre vers zéro que lorsque B croît indéfiniment. Si l'on rejetait le condition que le maximum

à l'origine est unique, la valeur asymptotique du minimum de l'écart maximum, pour $\frac{B}{n} < |x| < 1$, serait un peu plus faible, à savoir $2e^{-B}$. Au contraire, le polynome $(1-x^2)^n$ ne tend vers zéro que pour $|x| > \frac{B}{\sqrt{n}}$.

3. Si $f(z)$ est un polynome de degré n de la variable complexe z, tel que $\text{Max}\,|f(le^{i\theta})| = 1$, la fonction $F(\alpha) = \text{Max}\,|f(\alpha le^{i\theta})|$ est une fonction monotone qui satisfait, pour $\alpha < 1$, comme il est très facile de voir, aux inégalités

$$\alpha^n \leqq F(\alpha) \leqq \alpha,$$

qui imposent des limites beaucoup plus étroites que celles que nous donnent les formules (1) et (2) pour les polynomes monotones réels. Cela n'est pas étonnant, car $F(\alpha)$ est comparable en première approximation à une fonction *absolument* monotone; et d'ailleurs la fonction

$$\varphi(\rho) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} |f(\rho e^{i\theta})|^2 d\theta$$

est effectivement *absolument monotone*, de sorte que l'on peut lui appliquer les résultats du deuxième Chapitre de mon Mémoire antérieur *Sur les fonctions absolument monotones*. Ainsi, en particulier : si, $f(z)$ étant une fonction régulière quelconque pour $|z| < R$, on connaît les valeurs $\varphi(\rho_1), \ldots, \varphi(\rho_n)$, où $R > \rho_1 > \ldots > \rho_n$, il existe toujours un polynome $P(z)$ d'ordre n [1], qui définira un polynome bien déterminé $\varphi_n(\rho)$ par les conditions que $\varphi_n(\rho_i) = \varphi(\rho)$, où $i = 1, 2, \ldots, n$; on aura de plus $\varphi_n(\rho) < \varphi(\rho)$, si $\rho > \rho_1$; $\varphi_n(\rho) > \varphi(\rho)$, si $\rho_1 > \rho > \rho_2$, etc., à moins que $f(z)$ ne soit elle-même un polynome d'ordre non supérieur à n, auquel cas on a identiquement $\varphi_n(z) \equiv \varphi(z)$.

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur une détermination expérimentale de la polaire d'un avion et d'un oiseau en vol.* Note de MM. **E. Huguenard**, **A. Magnan** et **A. Sainte-Laguë**, présentée par M. d'Arsonval.

Nous avons donné dans une Note antérieure [2] le principe de la méthode que nous avons imaginée pour déterminer la polaire des avions ou des

(1) On trouvera la définition de l'ordre à l'endroit cité.

(2) Huguenard, Magnan et Sainte-Laguë, *Sur la détermination cinématographique des polaires en vol des oiseaux, des planeurs et des avions* (*Comptes rendus*, 184, 1927, p. 802).

oiseaux en vol et qui consiste dans l'emploi d'une cinémitrailleuse à double objectif, donnant sur la même pellicule une image nette des mailles d'un cadre-repère situé à $2^m,25$ du centre optique et d'un avion ou d'un oiseau évoluant dans les airs [1].

En ce qui concerne l'avion à moteur, le cas le plus favorable est celui où on lui fait décrire une trajectoire descendante, à pente et à vitesse constante, par vent nul, à condition que le souffle de l'hélice sur le fuselage soit annulé, ce que l'on obtient en employant un manomètre différentiel relié à deux trompes de Venturi placées l'une derrière l'hélice, l'autre en dehors de l'aile et en réglant le régime du moteur de façon que l'aiguille de ce manomètre soit au zéro.

Dans ces conditions, les formules à apppliquer pour avoir la valeur de la portance et de la résistance sont :

$$R_z = P \cos \beta,$$
$$R_x = P \sin \beta.$$

Il suffit alors de connaître le poids P de l'avion en vol et de déterminer grâce aux images cinématographiques l'angle β qui s'obtient en portant sur du papier millimétrique le quadrillage du cadre et les diverses positions du centre de gravité de l'avion (*fig.* 1). La droite qui joint ces centres fait avec l'horizontale un angle qui est justement β; on vérifie alors sur le dessin que cet angle est constant et que les distances qui séparent les différents centres de gravité, c'est-à-dire les vitesses de l'avion, sont aussi constantes.

Ceci fait, on recherche la valeur de l'angle τ en mesurant sur chaque image (*fig.* 1) l'angle que fait la ligne de foi de l'avion, par exemple son grand axe, avec l'horizontale. L'incidence i de l'appareil sur sa trajectoire est la différence entre l'angle β et l'angle τ.

Nous avons réussi par cette méthode à déterminer plusieurs valeurs de R_z et de R_x chez un de nos bons avions de chasse, en faisant décrire à celui-ci de nombreuses trajectoires à pente variable, par vent nul et hélice annulée, ce qui s'obtient pour un nombre de tours du moteur égal à 700 par minute environ. Nous avons déduit les valeurs de C_z et de C_x correspondantes, que nous avons portées suivant l'usage en ordonnées et en abscisses (*fig.* 2), ce qui nous a donné la polaire de cet avion.

---

(1) HUGUENARD, MAGNAN, PLANIOL, *Nouvelles expériences sur les conditions mécaniques du vol des avions* (*Bull. n° 38 du Service technique de l'Aéronautique*, décembre 1926, p. 31).

On constate que la finesse de cet appareil représentée par le rapport $\frac{C_z}{C_x}$ a un maximum sensiblement égal à 6. On peut en conclure que cet appareil pesant 930kg, muni d'un moteur de 180 CV et tiré par un propulseur rendant 80 pour 100, devrait atteindre une vitesse de 69m/s,6, c'est-à-dire 250km à l'heure.

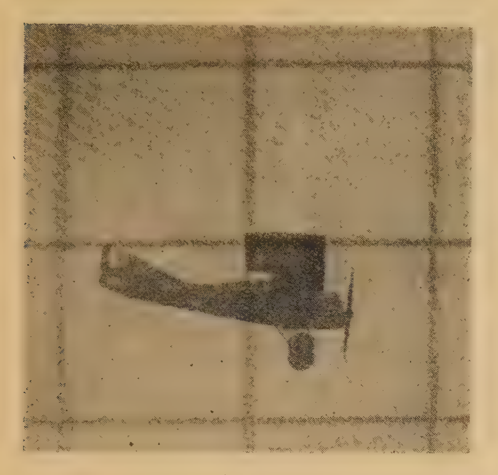


Fig. 1. — Image cinématographique de l'avion de chasse et du cadre-repère.

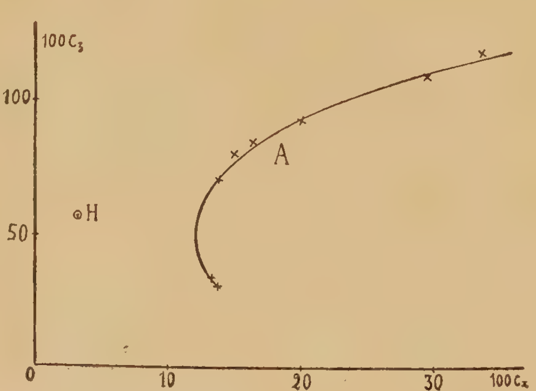


Fig. 2. — A, polaire d'avion de chasse; H, point de polaire d'hirondelle de fenêtre.

Or la vitesse mesurée par la même méthode cinématographique et par un appareil de bord, est très voisine de 200 km/h (1). Cette discordance qui s'explique par l'incertitude existant sur la connaissance de la puissance du moteur en vol, du rendement de l'hélice soufflant sur le fuselage montre l'intérêt qu'il y aurait à préciser ces points.

En ce qui concerne l'oiseau, il faut, pour obtenir des valeurs de la portance et de la résistance, que celui-ci exécute un vol plané, sans battements d'ailes, par vent nul. Par les mêmes procédés et les mêmes formules que précédemment, on calcule R_z et R_x. Nous avons pu réussir à avoir un point de la polaire d'une hirondelle de fenêtre que nous avons porté sur la figure 2 (H). On voit que pour ce point la résistance est très faible et que la finesse de cet oiseau est, à cet angle de vol, égale à 19,5, c'est-à-dire plus de 3 fois plus grande que celle de l'avion de chasse précédent.

(1) Huguenard, Magnan, Planiol, *Nouvelles expériences sur les conditions mécaniques du vol des avions* (*Bull.* n° 38 *du Service technique de l'Aéronautique*, décembre 1926, p. 65).

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres d'étincelle du sélénium et du tellure.* Note de MM. **Léon** et **Eugène Bloch**, présentée par M. Villard.

Dans une Note récente (¹) relative aux spectres du soufre et du sélénium nous avons indiqué pour la première fois que les spectres d'étincelle de ces éléments, tels qu'on les observe dans une décharge fortement condensée, comportent *deux* degrés d'excitation au moins, que nous avons rapportés à S II et S III d'une part, à Se II et Se III de l'autre. L'emploi de la décharge oscillante dans un tube sans électrode nous a permis de séparer très nettement les raies d'étincelle du premier ordre (raies longues) du soufre et du sélénium des raies d'excitation supérieure (raies courtes).

La même méthode a été appliquée au cas du tellure, dont le spectre est encore très imparfaitement connu, et nous a permis de séparer dans le spectre d'étincelle de cet élément *trois* degrés d'excitation successifs, qui doivent très probablement être rapportés aux atomes de tellure simplement, doublement et triplement ionisés. La notation des trois spectres que nous avons reconnus est donc Te II, Te III, Te IV, le spectre d'arc du tellure possédant la notation Te I.

Ce résultat nous a amenés à reprendre nos expériences sur le soufre et le sélénium en vue de rechercher si pour ces éléments le spectre d'étincelle du second ordre était le seul pratiquement observable, ou si, dans les conditions d'excitation où nous opérons, on peut également déceler les spectres S IV et Se IV.

Pour le soufre, nous n'avons reconnu avec certitude aucune raie appartenant à S IV, mais pour le sélénium le spectre Se IV est nettement développé dans l'ultraviolet, quelques-unes des raies intenses que nous avons données dans notre première Note comme raies d'excitation supérieure du sélénium appartiennent non à Se III, mais à Se IV. Il semble que dans la famille des éléments homologues de l'oxygène, comme dans la famille des halogènes, les spectres de haute excitation apparaissent d'autant plus aisément qu'on s'élève dans la suite des nombres atomiques.

Le tableau ci-après contient, à titre d'exemples, une liste de raies ultraviolettes intenses mesurées par nous dans le spectre Se IV et dans les trois spectres Te II, Te III et Te IV.

(¹) Voir L. et E. Bloch, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 761.

Se IV.

3360,36	3088,24	3047,60	2849,74	2665,40
3282,87	3072,71	2983,42	2785,60	2638,08
3210,77	3059,91	2917,80	2724,24	2467,57
				2446,96

Te II.

3374,10	3053,17	2942,16	2802,53	2657,72
3362,83	3047,00	2937,90	2793,24	2649,80
3352,11	3034,62	2930,17	2778,08	2648,61
3329,25	3028,45	2928,23	2767,16	2642,09
3282,67	3023,29	2924,02	2753,64	2628,24
3278,77	3017,51	2919,96	2752,21	2625,12
3256,81	3012,05	2906,98	2740,37	2622,26
3232,63	3006,35	2895,49	2711,61	2591,35
3211,20	3004,87	2893,27	2703,54	2586,04
3194,41	2998,89	2869,72	2697,67	2579,24
3193,59	2995,67	2868,86	2695,55	2575,70
3160,63	2988,97	2861,03	2694,55	2573,14
3132,58	2985,47	2858,29	2691,90	2543,72
3125,91	2975,91	2846,14	2689,06	2438,80
3120,36	2973,69	2841,18	2684,52	2436,63
3104,41	2956,50	2839,02	2680,60	2401,81
3073,53	2955,55	2820,65	2662,11	2358,23
3063,18	2951,48	2818,70	2661,13	2343,83
				2336,15
				2304,29

Te III.

3365,17	3218,44	3076,57	2772,14	2499,75
3358,12	3213,30	3068,94	2761,12	2491,71
3340,07	3203,39	3050,01	2745,57	2481,22
3325,57	3188,31	3049,36	2726,36	2469,62
3323,06	3184,09	3008,78	2695,19	2451,94
3314,82	3172,14	2997,05	2679,85	2433,82
3313,85	3151,46	2983,24	2666,74	2426,39
3306,99	3145,18	2980,02	2642,87	2418,25
3294,25	3137,14	2977,21	2637,84	2411,38
3293,43	3129,49	2971,59	2635,55	2403,66
3287,96	3122,91	2959,43	2631,28	2396,51
3277,50	3117,99	2949,52	2612,30	2374,94
3268,84	3112,00	2933,12	2599,28	2367,00
3264,82	3107,10	2911,35	2577,57	2351,22
3260,95	3095,68	2880,41	2568,13	2350,12
3251,37	3095,30	2835,02	2559,71	2327,45
3233,36	3092,32	2797,00	2550,31	2320,09
3229,52	3089,73	2796,06	2530,07	2310,62
3225,37	3087,52	2791,95	2500,88	2239,50

Te IV.

3345,93	2827,20	2537,80	2485,24	2389,79
3128,74	2802,86	2533,05	2467,72	2372,86
3015,09	2751,59	2527,14	2452,53	2369,92
2977,94	2737,90	2524,90	2446,89	2332,32
2954,82	2724,25	2516,49	2434,35	2329,12
2925,37	2640,35	2499,22	2415,59	2286,71
2900,52	2581,05	2494,67	2412,06	2271,97
2831,48	2564,58	2490,33	2403,00	2265,02
				2261,66
				2226,07

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Préparation d'un tungstène-carbonyle par l'intermédiaire d'un magnésien.* Note de MM. **André Job** et **Jean Rouvillois**, présentée par M. G. Urbain.

L'un de nous, en collaboration avec M. Cassal (¹), a préparé le chrome-carbonyle par fixation de l'oxyde de carbone sur le bromure de phénylmagnésium, en présence de chlorure chromique comme catalyseur.

Reprenant ces expériences avec l'hexachlorure de tungstène, nous avons pu isoler un carbonyle du tungstène dans les circonstances suivantes :

Dans un ballon tritubulé, muni d'un système d'agitation interne, refroidi à 0°, on introduit 20^g ($\frac{1}{20}$ mol) d'hexachlorure de tungstène anhydre et pur, 50$^{cm^3}$ d'éther anhydre et 50$^{cm^3}$ de benzine anhydre, pour dissoudre les éthérates de Mg Br Cl qui se forment dans la réaction.

Le ballon est muni en outre d'un thermomètre, d'une burette graduée pour introduire des quantités données de magnésien et d'un tube d'arrivée d'oxyde de carbone. L'appareil est purgé par de l'oxyde de carbone pur et sec et mis en communication avec un gazomètre rempli de ce gaz.

Le magnésien est introduit goutte à goutte pour éviter toute élévation de température car la réaction $WCl^6 + C^6H^5MgBr$ est fortement exothermique; la solution se colore aussitôt en brun rouge. L'addition de 250$^{cm^3}$ de C^6H^5MgBr ($\frac{1}{2}$ mol) dure 4 heures. Dans aucun cas la température n'a dépassé 5°.

Après 6 heures d'agitation, l'absorption est terminée. Il est entré en réaction 6850$^{cm^3}$ de CO (0° — 760^{mm}). Nous avons là encore le caractère d'une activation catalytique.

Nous avons hydrolysé et chassé par distillation l'éther de la solution qui a fixé l'oxyde de carbone. Vers la fin de l'opération, on voit apparaître, à la surface du

(¹) A. Job et A. Cassal, *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 392.

liquide, de magnifiques cristaux blancs, de forme lamellaire. Ces cristaux sont essorés sur Buchner et les eaux mères, reconcentrées, laissent déposer de nouveaux cristaux identiques. Après lavage à la benzine, ces cristaux représentent $1^g,5$.

L'analyse nous a révélé un tungstène carbonyle. Il se présente en cristaux incolores, très peu solubles dans l'alcool, l'éther et la benzine, à froid. Vers 50°, ils commencent à se sublimer, ce qui rend très difficile la détermination d'un point de fusion. Les acides HCl et NO^3H ordinaires, l'eau de brome ne les attaquent pas, NO^3H fumant les détruit immédiatement avec dégagement d'oxyde de carbone. L'eau ne les attaque pas.

Chauffés dans un tube à essais, les cristaux de tungstène-carbonyle se décomposent subitement vers 100° en laissant un miroir de tungstène métallique et un dépôt d'oxyde bleu de tungstène; à la sortie du tube, les vapeurs brûlent avec une flamme éclairante.

Nous avons fait l'analyse de ces cristaux. Le tungstène-carbonyle fut détruit par l'acide nitrique fumant pour doser le tungstène.

Dosage du W (calcination du nitrate tungstique et pesée de WO^3). Trouvé : 51,80 et 52,53 pour 100; calculé pour $W(CO)^6$: 52,27 pour 100.

Le CO fut dosé par combustion argento-sulfochromique ([1]).

Dosage de CO. Trouvé : 20,73 et 20,75 pour 100; calculé pour $W(CO)^6$: 20,45 pour 100.

Si l'on admet des rapports simples entre W et CO, la formule très probable pour le tungstène-carbonyle est $W(CO)^6$.

Nous signalons ici à nouveau la généralisation de cette méthode de préparation des métaux carbonyles. Ce même mode opératoire nous a permis, de plus, de préparer le molybdène-carbonyle $Mo(CO)^6$, déjà obtenu par L. Mond, H. Hirtz et M. Cowap, par action directe de CO sur Mo ([2]).

BOTANIQUE. — *Influence de l'ovule fécondé sur les tissus du fruit.* Note de Mlle L. Remy, présentée par M. L. Mangin.

Au cours de mes recherches concernant les mutations j'ai eu l'occasion de constater et d'étudier des cas où l'ovule fécondé a eu une influence sur une partie du fruit n'ayant aucune origine hybride possible. J'exposerai l'un de ces cas à titre d'exemple :

([1]) Simon, *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 1816.

([2]) *Journ. of the Chem. Soc.*, 27, 1910, p. 798.

Dans le but de provoquer des mutations dans les gamètes de fleurs de pois, des fleurs sur plusieurs pieds de la variété « Pois Mangetout Géant » (variété dont la stabilité et la pureté avaient été mises à l'épreuve, gousses très larges et dépourvues de parchemin, graines jaunes et à enveloppe noire, rouge ou brune avec pointillés violets) furent enfermées dans un cornet contenant une boulette de coton imbibée d'éther à deux reprises pendant chaque fois un quart d'heure, à 24 heures d'intervalle (plantes en pots placés dans un endroit assez peu ensoleillé).

Les graines engendrées par les organes reproducteurs de ces fleurs et leurs descendants présentèrent des mutations. En outre deux des plantes premières soumises à l'expérience portaient *une gousse assez large encore mais entièrement parcheminée* alors que les autres gousses nées sur les mêmes pieds étaient toutes sans parchemin et entièrement semblables aux gousses des plantes stables. Les graines récoltées dans ces gousses parcheminées furent plantées l'année suivante, deux seulement provenant de deux pieds distincts levèrent; elles donnèrent naissance à deux plantes offrant toutes les deux d'assez nombreuses mutations d'ailleurs différentes sur chaque pied. Ces deux plantes toutefois avaient *toutes leurs gousses entièrement parcheminées* et non plus larges mais étroites. L'enveloppe de toutes les graines avait perdu les couleurs rouge ou noire, elle n'avait conservé que les pointillés violets.

Le facteur génétique du caractère « gousse parcheminée » dont l'existence est attestée par le phénomène d'hérédité, facteur qui s'est formé dans un des gamètes des fleurs premières soumises à l'expérience, a donc influencé, par l'intermédiaire de l'embryon, les tissus, non hybrides et en voie de différenciation, des gousses issues de ces mêmes fleurs.

Le phénomène ne peut pas recevoir d'autre interprétation, en effet : il n'est pas dû à l'action permanente du milieu sur la gousse naissante car les autres gousses du même pied étaient complètement dépourvues de parchemin et, d'autre part, les fleurs desquelles les gousses parcheminées étaient sorties, avaient subi l'action des vapeurs d'éther seulement deux fois durant un quart d'heure chaque fois. Ce qui avait cependant suffi pour que la gousse soit d'emblée complètement parcheminée. Or, les gousses naissantes de la même variété, soumises à l'action des vapeurs d'éther, ne se doublent pas de parchemin si précoce que soit l'intervention expérimentale. D'autre part lorsque, sous l'action de l'éther, les mutations produites dans les gamètes de la fleur ne concernent pas le parchemin des gousses, les cosses de la plante soumise à l'expérience ne se parcheminent pas même si l'éther

a agi très tôt sur le bouton floral. Par ailleurs nous avons dit que la stabilité et la pureté de la variété considérée avaient été mises à l'épreuve, il n'y a donc pas eu de séparation d'hybridité. Il reste à examiner l'hypothèse d'une mutation somatique de la cosse coïncidant avec une mutation génétique dans les gamètes. Mais dans le cas où l'action qui provoque une mutation est de *courte durée*, la mutation somatique n'atteint jamais ni l'étendue ni l'intensité observées.

Cependant en croisant un individu mutant de la variété étudiée possédant le caractère « gousse parcheminée » avec un individu stable et primitif de la même variété, je n'ai pas constaté le phénomène de xénie. Comment expliquer que l'influence de l'ovule hybride se manifeste dans un cas et pas dans l'autre ? Voici ce que j'ai noté à ce sujet :

Lorsque le facteur génétique nouveau se forme, comme c'est le cas le plus fréquent, dans un gamète seulement du zygote, la réaction du nouveau facteur (réaction visible sur le fruit xénié) l'emporte souvent sur celle de son allélomorphe opposé d'une manière plus marquée à la génération où la mutation n'apparaît qu'aux générations suivantes. Il semble que, dans les conditions qui provoquent l'apparition d'un nouveau caractère, la formation de ce dernier soit favorisée (action du milieu intérieur et extérieur) et que, dans ces mêmes conditions, le facteur génétique correspondant à ce caractère ait lui-même une réaction plus intense, l'effet total paraissant dû au concours de ces deux causes qui mutuellement se renforcent.

L'influence de l'ovule fécondé sur les tissus carpellaires est loin pourtant d'accompagner toujours la mutation, mais elle l'accompagne néanmoins de temps en temps.

On sait que le phénomène de xénie véritable est plus ou moins contesté parce que la plupart des auteurs considèrent qu'il n'a pas été suffisamment établi. Il est vrai que beaucoup d'observateurs l'ont constaté sur des hybrides et que dans ces cas la xénie pouvait être confondue avec l'hybridité disjointe.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Origine, parcours et torsion des faisceaux libéroligneux inverses du* Cladium Mariscus *R. Br.* Note de M. **A. Guichard**, présentée par M. L. Mangin.

Dans une Note précédente ([1]), j'ai signalé l'existence de faisceaux libéroligneux à orientation inverse dans la feuille végétative adulte du *Cladium*

([1]) A. Guichard, *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 509.

Mariscus R. Br. J'indique ci-après : leur lieu d'origine, les traits principaux de leur différenciation longitudinale et transversale, leur comportement au cours de leur passage de la feuille dans la tige.

Les trois faisceaux qui apparaissent d'abord dans une jeune ébauche foliaire sont : 1° le médian (M, *fig.* 1), correspondant à la nervure médiane de la feuille; 2° deux latéraux (L, *fig.* 1), situés vers le milieu de chaque moitié du limbe. C'est vis-à-vis

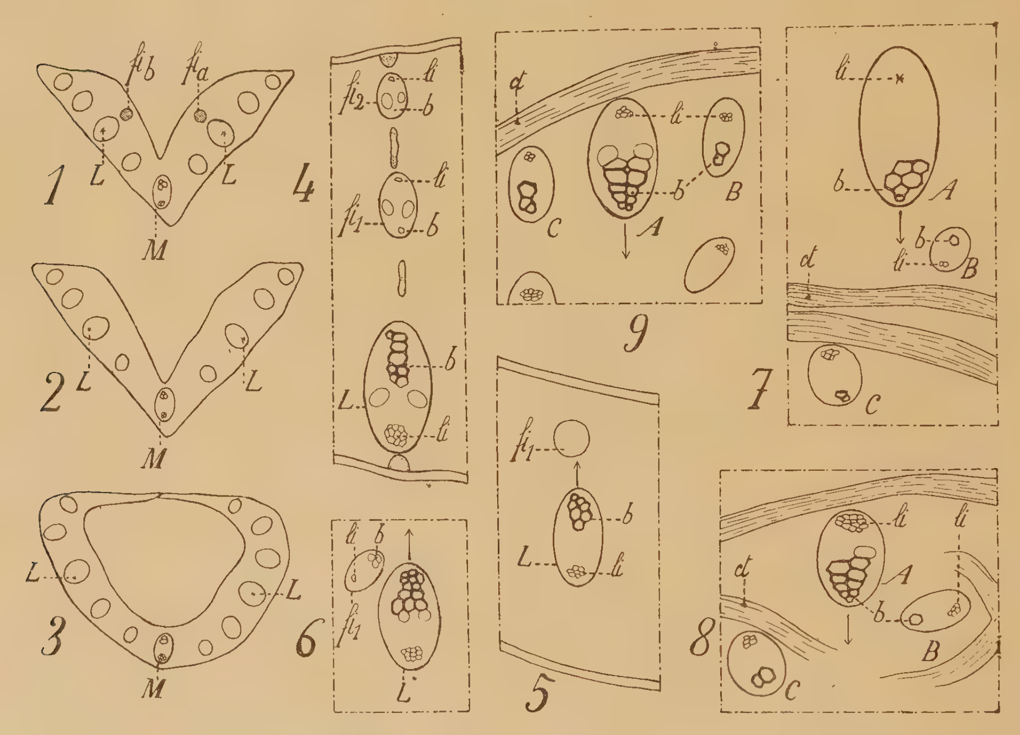


Fig. 1 à 9 : *Cladium Mariscus* R. Br. — Fig. 1 à 3 : Sections transversales d'une jeune feuille, dans le limbe (coupes 6, lame 4, et 54, lame 3) et dans la gaine (c. 25, l. 3). Série de coupes microtome du 30 juillet 1928; $\times \frac{100}{2}$. — Fig. 4 à 6 : Portions de la section transversale du limbe, de la gaine et de la tige correspondant à trois niveaux d'un même faisceau latéral appartenant à une feuille plus âgée (coupes 50, lame 10; 3, l. 3; 32, l. 2, de la même série); $\times \frac{200}{2}$. — Fig. 7 à 9 : Portions de la section transversale de la tige correspondant au même latéral foliaire A, à trois niveaux de plus en plus inférieurs (coupes 60, 24 et 7, lame 1, de la même série); $\times \frac{200}{2}$. — *b*, bois; *li*, liber; *ct*, cordons procambiaux transverses. La flèche indique, dans tous les cas, la direction du centre de la tige.

de ceux-ci que se montrent les deux cordons procambiaux (fi_a et fi_b, *fig.* 1) destinés à devenir les deux premiers faisceaux inverses de la feuille, mais seulement après que les principaux faisceaux normaux ont apparu et commencé leur différenciation libéro-ligneuse (*fig.* 1). Leur lieu d'origine est dans le limbe, à une distance notable au-

dessus du nœud de la jeune feuille. Ainsi, pour la feuille représentée dans les figures 1 à 3 et dont la hauteur totale correspond à 290 coupes d'environ 6µ d'épaisseur, le cordon fi_a est reconnaissable seulement sur une hauteur correspondant à 40 coupes; son extrémité inférieure apparaît à environ 35 coupes au-dessus du nœud. De même, le même cordon fi_2 (*fig.* 4), présent dans le limbe d'une feuille plus âgée, n'atteint pas la base de cette feuille (*fig.* 5). En considérant des cordons *fi* de plus en plus âgés, on constate qu'ils se différencient progressivement, à partir de leur lieu d'origine, d'une part vers le sommet du limbe, d'autre part vers la tige, où ils ne tardent pas en général à venir prendre place parmi les faisceaux normaux.

La différenciation libéro-ligneuse des faisceaux inverses débute sensiblement dans la même région que la différenciation procambiale; elle progresse ensuite vers le bas; mais, l'existence de la région méristématique basilaire, qui assure la croissance en longueur de la feuille, fait que les cordons demeurent longtemps à l'état procambial dans cette région, alors qu'au-dessus, dans la feuille, et au-dessous, dans la tige, la différenciation libéro-ligneuse est déjà nettement accusée. Ainsi, le cordon fi_1 a déjà ses premiers éléments conducteurs reconnaissables dans le limbe (*fig.* 4) et dans la tige (*fig.* 6), alors qu'à la base de la gaine (*fig.* 5), il est encore entièrement procambial.

En suivant, à partir de son entrée dans la tige, un faisceau inverse déjà pourvu d'éléments libériens et ligneux différenciés, on constate qu'il subit une torsion de 180° ayant pour résultat de l'amener à une orientation normale. C'est le cas du faisceau B, inverse opposé au faisceau A dans la feuille; les figures 7 à 9 le représentent dans trois positions différentes par rapport aux faisceaux normaux A et C, à des niveaux de plus en plus inférieurs dans la tige.

Ainsi les faisceaux inverses de la feuille du *Cladium Mariscus* fournissent un nouvel et remarquable exemple : 1° de la différenciation basipète d'un cordon procambial, de la feuille dans la tige; 2° de la progression basipète de la différenciation libéro-ligneuse le long de ce cordon; 3° de la rotation effective de la ligne de différenciation libéro-ligneuse sur le trajet d'un faisceau dans la tige [1].

ALGOLOGIE. — *Sur les organes reproducteurs de* Caulerpa prolifera. Note de M. **Rodolphe Dostál**, présentée par M. L. Mangin.

Sans doute, c'est à cause de la période de formation très courte, ainsi que du nombre très petit d'individus fertiles, qu'on n'a pas réussi, jusqu'à présent, à trouver les organes de reproduction dans la famille des Cauler-

---

(1) P. Bugnon, *Comptes rendus*, 157, 1913, p. 897; 174, 1922, p. 1484.

pacées, et qu'il existe des auteurs qui regardent cette découverte comme tout à fait problématique [Reinke (¹)].

En examinant à ce point de vue des quantités considérables de *Caulerpa prolifera*, apportées presque journellement de divers endroits de la baie de Villefranche-sur-Mer, j'ai constaté l'existence de ces organes en 1927 (du 25 août au 18 septembre) et en 1928 (du 22 août jusqu'au jour de l'envoi de cette Note, 15 septembre). Par contre, en 1925 les recherches aussi assidues, mais exécutées du 23 septembre au 2 décembre, restèrent sans résultat. Même à l'époque favorable, rares sont les jours où les plantes fertiles apparaissent relativement nombreuses (5 pour 100) par rapport à la quantité beaucoup plus considérable des individus stériles, présentant d'ailleurs la même forme et la même vigueur.

On reconnaît les plantes fertiles à de petites papilles disséminées souvent en grand nombre sur la surface des frondes, dont la formation est précédée par l'apparition d'autant de petites taches blanches. Après 1 ou 2 jours les papilles sont définitivement constituées; elles mesurent près de 1^{mm} de longueur et $0^{mm},1$ de diamètre en moyenne. Bientôt, à cause du déplacement du contenu entier dans cette cellule énorme, les stolons, de même que les parties marginales des frondes, parfois aussi les pédoncules, blanchissent, tandis que le reste du limbe montre un réseau fin du protoplasma coloré en vert, semblable à celui qu'on connaît chez d'autres Algues en voie de fructification; les mailles du réseau et les parties qui entourent les bases des papilles deviennent également complètement blanches. Ces changements internes déterminent l'ouverture des papilles (de minuit à 4^h du matin) et la sortie d'une portion du contenu blanc qui se gonfle dans l'eau en une boule gélatineuse de 1^{mm} de diamètre environ qui reste attaché au sommet des papilles éclatées. Dès ce moment, les plantes perdent leur turgescence et se flétrissent; le réseau vert commence à disparaître, tandis que deviennent visibles les taches de couleur vert noirâtre, plus étendues, qui indiquent les endroits, dans ce thalle sans cloison, où les spores s'accumulent en grande quantité. Les spores paraissent s'échapper par les ouvertures surtout dans les parties basilaires des limbes. Elles peuvent être mises en liberté par la suite de la décomposition des plantes fertiles qui se produit très rapidement, de sorte qu'au bout de 3 à 5 jours on ne trouve que des débris des stolons des individus ayant eu parfois 1^m de longueur, sans compter les stolons latéraux.

On doit considérer, par conséquent, les frondes de ces exemplaires comme les organes reproducteurs produisant, aux dépens du réseau protoplasmique vert, des spores de 4-5^{μ} de longueur environ, piriformes, portant à leur pointe effilée deux cils 2-2 ¹/₂ fois plus longs que le corps, contenant dans la partie renflée un chloroplaste asymétrique et une tache pigmentaire. Quand elles sont complètement formées, elles se meuvent activement dans l'eau. Aucune copulation n'a pu être observée entre ces

(¹) *Wiss. Meeresuntersuch.*, Abt. Kiel, O. F. 5, 1900, p. 70.

corps provenant de diverses frondes d'un même individu ou des exemplaires différents; il s'agit ainsi, très probablement, de zoospores, étant donné qu'il n'a pas été possible de trouver d'autres produits dans plus de 70 plantes vivantes examinées, possédant chacune plusieurs (jusqu'à 50) frondes, avec des prolifications encore plus nombreuses. Les cultures ayant pour but de préciser la nature de ces cellules sont en train.

Les essais avec les plantes devenues fertiles dans mes cultures démontrent l'importance capitale du stolon, car les frondes séparées du stolon quelques jours avant l'apparition des papilles, par la pression localisée à leur base, restent stériles. Chez la forme petite de *Caulerpa*, décrite par moi ([1]), on réussit parfois, encore après la formation des papilles, à renouveler l'accroissement végétatif, qui généralement cesse dès la première apparition des papilles, c'est-à-dire dès le début de la reproduction. Les résultats de mes recherches sur ce sujet seront relatés avec plus de détails dans un mémoire plus étendu.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le maintien des graines dans un milieu privé d'oxygène comme moyen de prolonger leur faculté germinative.* Note de M. A. **Guillaumin**, présentée par M. H. Lecomte.

D'une part, c'est un fait qui paraît prouvé depuis les expériences de C. J. Romanes ([2]) et de P. Becquerel ([3]) poursuivies pendant 12 et 13 mois que « l'azote n'a aucune influence sur la faculté germinative des graines... » puisque chez les graines, même décortiquées, le taux germinatif est sensiblement le même que celui des graines témoins. De l'autre, je pense avoir clairement démontré par une expérimentation poursuivie pendant plus de 12 ans que le vide était un moyen de prolonger la faculté germinative des graines. Il semblait donc logique de supposer qu'en maintenant des graines dans une atmosphère dont on aurait éliminé l'oxygène on pourrait prolonger leur faculté germinative ([4]).

Comme matériel d'étude, j'ai utilisé des graines de Soja (*Glycine Soja* Sieb. et Zucc., *Soja hispida* Mœnch) parce que ces semences, abondamment huileuses, ne conservent leur pouvoir germinatif que pendant quelques années, ce qui limite ainsi la durée de l'expérience. La technique était

---

([1]) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1298.
([2]) *Proceed. Roy. Soc.*, 54, 1893, p. 335.
([3]) *Ann. Sc. nat. Bot.*, 9e série, 5, 1907, p. 275.
([4]) *Comptes rendus*, 176, 1923, p. 1737.

beaucoup plus simple que pour réaliser le vide, car point n'était besoin d'utiliser une trompe à mercure; un simple flacon renfermant du sodium métallique relié par une tubulure en verre au récipient (tube) contenant les graines et une lampe à sceller suffisaient.

Comme témoins, j'ai employé des graines conservées dans un sachet de papier au fond d'un placard sec et obscur et d'autres maintenues dans le vide. Toutes, récoltées en octobre 1922, ont été semées en juillet 1928.

Le taux germinatif a été le suivant :

	Pour 100.
Graines conservées à l'air..............	0
Graines conservées dans une atmosphère privée d'oxygène....................	92
Graines conservées dans le vide........	100

Ces deux derniers pourcentages sont pratiquement très comparables et l'on peut en conclure que le *maintien des graines dans une atmosphère privée d'oxygène est un moyen aussi efficace que le vide pour prolonger la faculté germinative des graines, mais bien plus facile à réaliser en dehors du laboratoire, puisqu'il ne demande aucun appareillage et seulement un produit qui se trouve chez tous les marchands de produits chimiques.*

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Observations sur le métabolisme de l'*Ustulina vulgaris *L.* Note de MM. **Wünschendorff** et **Ch. Killian**, présentée par M. A. Desgrez.

Dans une Note précédente, l'un de nous a signalé, chez l'*Uustulina vulgaris*, la production d'excavations, dans les milieux gélosés ([1]); celles-ci laissent exsuder un liquide qui est une solution très diluée d'oxalates alcalins. Mais le Champignon forme encore d'autres produits de dégradation.

En vue de les déceler et d'isoler, en même temps, un mycélium normal, nous avons cultivé l'*Ustulina* dans des flacons d'Erlenmeyer, sur des plaques de coton couvertes de rondelles de papier filtre, imbibées de 25^{cm^3} d'une solution nutritive.

Le champignon se contente, comme source à la fois de carbone et d'azote, de gélatine à $0^g,20$ pour 100 qu'il liquéfie, mais non de caséine à $1^g,00$ pour 100. En prenant comme telle de la peptone à $1^g,00$ pour 100 et comme substances minérales du $MgSO^4$

([1]) Ch. Killian, *Observations sur* Ustulina vulgaris *cultivé en milieux artificiels* (*Bull. Soc. Myc. France*, 43, 1927, p. 35).

à $0^g,20$ pour 100 et du K^2HPO^4 à $0^g,20$ pour 100, il donne, dès la troisième semaine, un abondant mycélium purement végétatif.

Les solutions, neutres au début, deviennent acides dès les premiers jours, puis alcalines.

1° CULTURES SUR PEPTONE, ASPARAGINE, URÉE ET $(NH^4)^2SO^4$. — Sauf avec ce dernier sel, le champignon produit de *l'ammoniac gazeux, dissous et combiné. Disparition des réactions du biuret,* de la cystine, de la tyrosine et du tryptophane. Le Tableau I indique la quantité en milligrammes de NH^3 gazeux produit pendant 24 heures dans une atmosphère préalablement privée d'ammoniac par un courant d'air pur. Les dosages ont été poursuivis pendant 4 mois.

TABLEAU I. — *Cultures.*

Départ : 20 janvier.

Dosages.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
8 février	0,24	0,19	-	-	-	-	-
17 »	0,26	0,39	-	-	-	-	-
25 »	-	-	0,31	0,24	0,19	-	-
15 mars	0,67	1,36	0,38	-	-	0,54	0,48
24 »	-	-	-	1,10	0,98	0,56	-
3 avril	0,63	1,66	-	-	0,97	-	1,66
18 »	0,25	-	-	-	-	0,87	1,46
6 mai	0,98	-	-	-	-	0,63	0,75
4 juin	0,59	-	-	-	-	-	0,49

Donc : *accroissement continu de la production d'ammoniac, maximum, puis descente rapide*; deuxième maximum dans la culture I. On peut attribuer cette hausse finale, avec Molliard [1], à une nécrobiose du champignon, due à l'activité continue d'un enzyme ammoniacal.

De toute façon, *même pendant la période de vie active, la production de* NH^3 *par le champignon paraît élevée*; nos valeurs relatives à cette formation de NH^3 sont difficilement comparables à celles indiquées dans la littérature. Pour établir ce parallèle, il faudrait tenir compte des différences de composition des milieux, de la croissance des champignons et aussi de la technique suivie.

---

[1] MOLLIARD, *Sur la formation d'ammoniaque par les tissus végétaux privés d'oxygène* (*Bull. Soc. Bot. France*, 56, 1909, p. 332).

2° TABLEAU II. — *Rapport entre le poids sec et la production de* NH^3.

Dosages.	Poids sec en mg.	NH^3 (24h) en mg.
Départ : 29 mars.		
21 avril	78	0,22
22 »	58	0,20
25 »	81	0,56
27 »	63	0,37
29 »	153	1,30
4 mai	92	1,67
16 »	44	0,34
14 »	27	0,29
Départ : 25 avril.		
21 mai	26	0,54
19 »	45	1,33

Donc : *aucun rapport entre le poids sec et l'ammoniac dégagé*. On pourrait interpréter ces variations par l'action de la température qui n'avait pas été maintenue constante dans ces essais. L'apparition plus ou moins précoce des conidies n'intervient pas, comme l'ont supposé d'autres chercheurs pour des cas analogues.

3° Ces cultures ne renferment ni *indol*, ni *aldéhydes*, ni *acétone*; mais des sels *ammoniacaux*, des *acides aminés*, de l'*urée* et de la *créatinine*.

4° En présence d'hydrates de carbone (glucose, lactose, maltose, saccharose, inuline), il y a production d'acides *oxalique*, *lactique*, *citrique*, *malique*, *succinique*. L'acide *glycuronique* apparaît en proportions souvent considérables, mais variables avec les sucres.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'action réductrice exercée par des Champignons des genres* Fusarium *et* Verticillium, *parasites des vaisseaux du bois*. Note de MM. **J. Bordas** et **P.-H. Joesse**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

L'action réductrice, exercée par un certain nombre de Champignons Hyménomycètes sur un milieu de culture synthétique additionné de bleu de méthylène a été mise nettement en évidence par Lutz ([1]). Étudiant au

([1]) *Sur les ferments solubles sécrétés par les Champignons Hyménomycètes, actions réductrices* (*Comptes rendus*, **183**, 1926, p. 246-247).

point de vue des actions biochimiques un certain nombre de Champignons très différents du groupe des *Imperfecti*, auxquels sont attribués des dépérissements et flétrissements chez un certain nombre de végétaux, tant ligneux qu'herbacés, et qui se trouvent localisés dans le système vasculaire, notre attention a été de suite attirée par le pouvoir réducteur qu'ils étaient susceptibles de posséder.

Indépendamment, en effet, des lésions immédiatement perceptibles que ces Champignons des genres *Fusarium* et *Verticillium* exercent, en provoquant l'oblitération des vaisseaux du bois par la formation de thylles et la sécrétion de substances gommeuses, ils semblent encore susceptibles d'agir à distance sur les feuilles en fabriquant des produits toxiques.

En particulier, Rosen pense que l'action néfaste, ainsi exercée par le *Fusarium vasinfectum*, est due surtout à la réduction des nitrates de la sève en nitrites toxiques pour la cellule vivante. Dufrénoy constate *in vitro* la production de nitrites aux dépens des nitrates par des *Verticillium* isolés de Pruniers et d'Abricotiers dépérissants.

Désirant mettre en évidence leur pouvoir réducteur, nos recherches ont porté sur les Champignons suivants :

Fusarium vasinfectum Atk.
Fusarium eumartii Carp.
Verticillium albo-atrum Reinke et Berth.
Verticillium Dahliæ Kleb.
Verticillium Lycopersici Pritchard et Porte.

A cette liste nous avons joint un *Verticillium* différent, non encore identifié et isolé par nous, du bois d'un jeune Pêcher chlorotique et dépérissant. A titre comparatif, nous avons cultivé en plus les Champignons lignicoles suivants, du groupe des Hyménomycètes déjà étudié par Lutz :

Polyporus fulvus Fr.
Stereum hirsutum var. *necator* Viala.
Schizophylium commune Fr.

Ces Champignons ont été ensemencés sur milieu de Richard gélosé (nitrate de potassium, 10^{g}; phosphate de potassium, 5^{g}; sulfate de magnésium, $2^{g},5$; sucre de canne, 50^{g}; eau distillée, 1000^{cm^3}) additionné d'une goutte par 5^{cm^3} du milieu d'une solution de bleu de méthylène à 0,125 pour 100.

Les tubes contenant 10^{cm^3} du milieu de culture ont été placés à l'air libre à une température de 25°.

La décoloration du bleu de méthylène, accompagnée d'un virage au vert, se manifeste déjà au bout de 3 jours dans les tubes où ont été ensemencés *F. eumartii* et *F. vasinfectum*; le virage étant particulièrement net avec cette dernière espèce.

La décoloration du milieu se produit également, mais au bout de 5 jours et avec virage au vert moins sensible, dans les tubes contenant les quatre espèces de *Verticillium*.

Les tubes à *S. necator* et *P. fulvus* montrent au bout d'une dizaine de jours un léger virage au lilas qui s'accentue peu à peu.

Après un mois, le milieu de culture est complètement décoloré dans les tubes contenant *V. Dahliæ*, *V. albo-atrum*, *V. Lycopersici*, *V. sp.* isolé du Pêcher, *F. eumartii*. Une légère coloration verte subsiste encore dans les tubes, où a été ensemencé *F. vasinfectum*. Le milieu de culture des tubes à *P. fulvus* et *S. necator* est nettement coloré en lilas par suite de réoxydations secondaires. *S. commune* n'a provoqué aucune réaction sensible.

De cet essai, nous semble ressortir l'existence d'une action réductrice très énergique exercée sur le milieu de culture par les *Fusarium* et *Verticillium* étudiés. Cette action paraît nettement plus sensible que celle que présentent *Polyporus fulvus*, *Stereum necator* et probablement la plupart des Hyménomycètes étudiés par Lutz, puisqu'elle se manifeste presque immédiatement après le départ de la culture et aboutit assez rapidement à la transformation complète du bleu de méthylène en sa leucobase.

La séance est levée à 15^h^20^m^.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 2 juillet 1928.)

Note de M. *G. Guittonneau*, Sur un bacille sporulé fonctionnant comme ferment lactique thermophile :

Page 70, ligne 14, avant les mots peptone Defresne, 15^g^, *lire* sulfate d'ammonium, 2^g^.